第8章　　熱化学

第36講　熱化学（熱化学方程式・反応熱の定義・熱量計算）

1　熱化学

反応の理論のなかで，化学変化により出入りする熱について考える。この熱化学の計算をクリアするには，反応熱の定義を徹底することと，エネルギー図をかけるようになることであろう。

(1)　反応熱

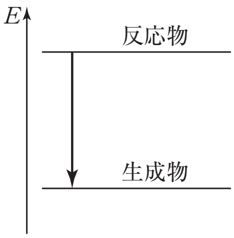
化学反応により出入りするエネルギーを反応熱といい，通常，物質1molあたりで表す。

$$1A + mB = nC + Q\,kJ$$

Aの反応熱⇒Q(kJ/mol)

(i)『〜熱』

物質1molが〜するときに放出する熱。吸熱のときには負の値となる。



燃焼熱　物質1molが完全燃焼するときに放出する熱

C_3H_8(気) ＋ $5O_2$(気)

＝ $3CO_2$(気) ＋ $4H_2O$(液) ＋ 2220kJ

プロパンの燃焼熱⇒2220kJ/mol

生成熱　物質1molが構成元素の単体から生成するときに放出する熱

C(黒鉛) ＋ O_2(気) ＝ CO_2(気) ＋ 394kJ

二酸化炭素の生成熱⇒394kJ/mol

中和熱　酸と塩基が反応し，水1molが生成するときに放出する熱

HClaq ＋ NaOHaq ＝ NaClaq ＋ H_2O(液) ＋ 56kJ

中和熱⇒56kJ/mol

溶解熱　物質1molが多量の水に溶解するときに放出する熱

NaCl(固) ＋ aq ＝ Na^+aq ＋ Cl^-aq － 3.9kJ

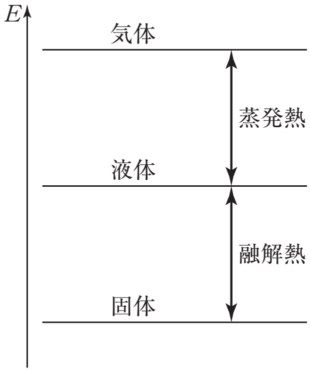
塩化ナトリウムの溶解熱⇒－3.9kJ/mol

※状態変化の熱

通常絶対値で表す。エネルギーの大小関係が

気体＞液体＞固体(右図)

であることが明確なためである。

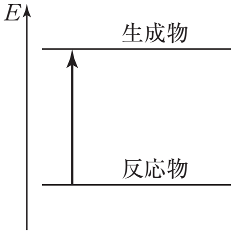


H_2O(液) ＝ H_2O(気) － 41 kJ

水の蒸発熱⇒41 kJ/mol

(ii) 『〜エネルギー』

物質1 molが〜するために**吸収する**熱。



結合エネルギー　気体の原子間結合1 molを切断するために必要なエネルギー

H_2(気) ＝ 2H(気) － 436 kJ

H原子間の結合エネルギー⇒436 kJ/mol

解離エネルギー　気体分子1 molの原子間結合を全て切断するために必要なエネルギー すなわち，分子内の結合エネルギーの総和に相当する。

H_2O(気) ＝ 2H(気) ＋ O(気) － 918 kJ

水の解離エネルギー⇒918 kJ/mol＝O−H結合エネルギー×2

イオン化エネルギー　原子1 molを陽イオンに変えるために必要なエネルギー

Na(気) ＝ Na^+(気) ＋ e^- － 494 kJ

ナトリウムのイオン化エネルギー⇒494 kJ/mol

格子エネルギー　結晶1 molを構成粒子(原子・イオン)にするために必要なエネルギー

NaCl(固) ＝ Na^+(気) ＋ Cl^-(気) － 778 kJ

塩化ナトリウムの格子エネルギー⇒778 kJ/mol

※**電子親和力**　原子1 molを陰イオンに変化するときに**放出する**エネルギー

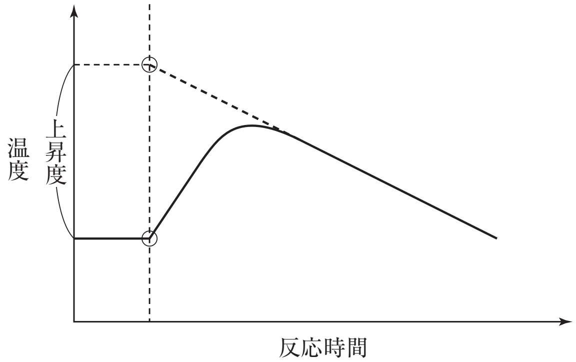
Cl(気) ＋ e^- ＝ Cl^-(気) ＋ 348 kJ

塩素の電子親和力⇒348 kJ/mol

⑵　熱量計算

熱量(kJ) ＝ 反応熱(kJ/mol) × 物質量(mol)

熱量(J) ＝ 反応熱(kJ/mol) × 物質量(mol) × 10^3
＝ 質量(g) × 比熱(J/g･℃) × 温度上昇度(℃)



第36講　演習問題

1　次の反応熱を熱化学方程式で書け。

(1)　メタノール(液)CH_3OHの生成熱　240kJ/mol

(2)　プロパン(気)C_3H_8の燃焼熱　2220kJ/mol

(3)　水酸化ナトリウム$NaOH$(固)の溶解熱　45kJ/mol

2　メタノール(CH_3OH)とエタノール(C_2H_5OH)の燃焼熱はそれぞれ726kJ/mol, 1368kJ/molである。メタノールとエタノールの混合溶液55gを完全燃焼させたところ1410kJの熱が発生した。この混合溶液に含まれていたエタノールの物質量は何molか。最も近いものを，次の①～⑩のうちから一つ選べ。(原子量　H：1，C：12，O：16)

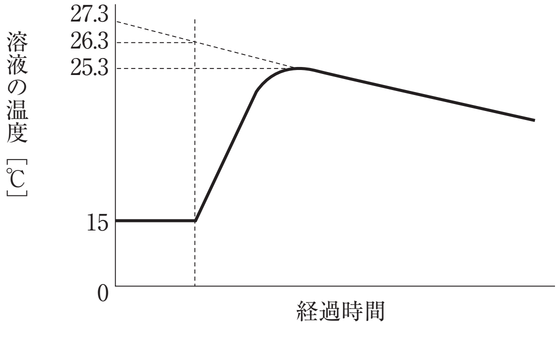
①　0.2　②　0.4　③　0.5　④　0.6　⑤　0.7

⑥　0.8　⑦　0.9　⑧　1.0　⑨　1.1　⑩　1.2

3　エタンC_2H_6 0.60gを完全燃焼させ，発生する熱で20℃の水1.0kgを加熱すると，水の温度は何℃になるか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただしエタンの燃焼熱は1561kJ/mol，水の比熱は4.2J/K･gとする。(原子量　H：1，C：12)

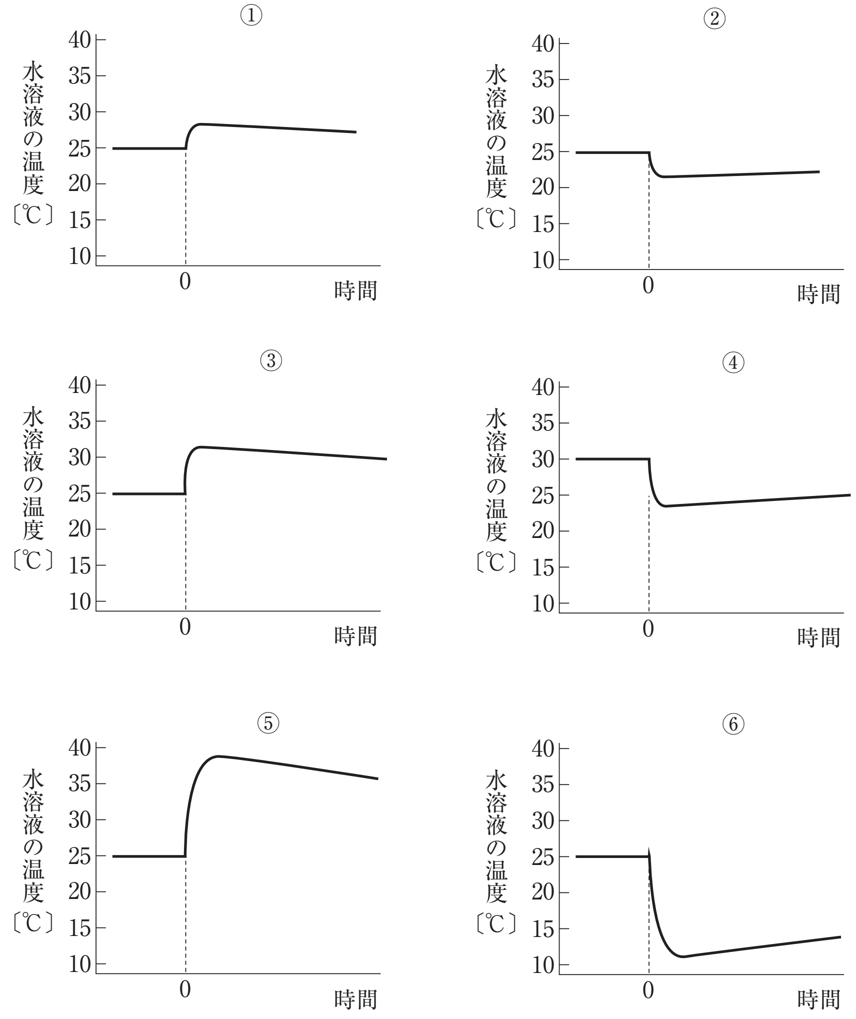
①　27.4　②　34.8　③　42.2　④　49.6　⑤　57.0

4　15℃の硫酸$H_2SO_4$4.9gを15℃の水95.1gで希釈したとき，液温の変化は次の図のようになった。硫酸の溶解熱は何kJ/molになるか。最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，溶液の比熱は4.2J/K･gとする。(原子量　H：1，O：16，S：32)



①　87　②　95　③　103　④　220　⑤　229

5　発泡ポリスチレン容器に0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液100 mL を入れ，25℃（室温）に保った。そこへ，同じ温度の0.50 mol/L の塩酸100 mL を一度に加えてかき混ぜ続けた。混合した時刻を0として横軸に時間，縦軸に水溶液の温度をとってグラフに表した。温度の変化から中和熱を計算したところ，57 kJ/mol であった。温度変化を表すグラフとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，この水溶液1.0 g の温度を1.0℃上げるのに必要な熱量は4.2 J, 水溶液の密度は1.0 g/cm^{3}とする。（原子量　H：1，O：16，Na：23）



第36講　確認テスト

1　メタノール64gを完全燃焼させて，20℃の水1.0kgを加熱する。発生する熱量の10%が，この水の温度上昇に使われるとすると，水の温度は何度(℃)になるか。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，メタノールCH_3OHの分子量は32，燃焼熱は726kJ/molであり，水1gの温度を1℃上昇させるのに必要な熱量は4.2Jであるとする。

［　　］℃

①　24　　②　30　　③　55　　④　76　　⑤　90　　⑥　100

第36講　演習問題

1 (1) $C(固) + 2H_2(気) + \frac{1}{2}O_2(気) = CH_3OH(液) + 240\,kJ$

(2) $C_3H_8(気) + 5O_2(気) = 3CO_2(気) + 4H_2O(液) + 2220\,kJ$

(3) $NaOH(固) + aq = NaOHaq + 45\,kJ$

または　$NaOH(固) + aq = Na^+aq + OH^-aq + 45\,kJ$

2 ③

3 ①

4 ②

5 ①

第36講　確認テスト

1　③

【解説】

発生する熱量の10％のみが使われることに気をつけて立式する。温度上昇度をt℃とすると，

$$726 \times \frac{64}{32} \times 1000 \times \frac{10}{100} = 1000 \times 4.2 \times t \qquad \underline{t = 34.5\text{℃}}$$

よって，水の温度は

$$20 + 34.5 = \underline{54.5\,(\text{℃})}$$